

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

67 EP 0 498 314 B 1

10 DE 692 26 099 T 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 06 F 17/50

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 692 26 099.4  
65 Europäisches Aktenzeichen: 92 101 631.7  
66 Europäischer Anmeldetag: 31. 1. 92  
67 Erstveröffentlichung durch das EPA: 12. 8. 92  
67 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 8. 7. 98  
67 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 11. 2. 99

30 Unionspriorität:

13250/91 04. 02. 91 JP

73 Patentinhaber:

Sharp K.K., Osaka, JP

74 Vertreter:

Patentanwälte MÖLLER & HOFFMANN, 81667  
München

84 Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

72 Erfinder:

Yamamoto, Hirohisa, Nabari-shi, Mie-ken, JP;  
Nagakawa, Toshiaki, Higashi-Osaka-shi, Osaka-fu,  
JP; Kurimoto, Takuji, Shiki-gun, Nara-ken, JP

54 CAD-Gerät zum Entwurf eines Musters einer elektrischen Schaltung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 26 099 T 2

BEST AVAILABLE COPY

DE 692 26 099 T 2

**CAD-Gerät zum Entwurf eines Musters einer elektrischen  
Schaltung**

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**1. Gebiet der Erfindung**

- 5 Die Erfindung betrifft ein sogenanntes CAD (Computer Aided Design)-Gerät zum Entwerfen eines Musters einer elektronischen Schaltung wie des Musters einer gedruckten Leiterplatte, des Musters eines Hybrid-IC (Integrated Circuit) usw., wie dazu verwendet, einen Konstrukteur dabei zu unterstützen, die Konstruktionsarbeit für derartige Muster auszuführen.

10

Das Dokument "Proceedings of 5th International Microelectronics Conference, 25.8.88., Tokyo, JP, Seiten 558 - 563; Venthan et al: "Flexibility and Integration - Hybrid CAD on VISCULA" offenbart ein Gerät mit den Merkmalen, wie sie im Oberbegriff von Anspruch 1 dargelegt sind.

15

**2. Beschreibung einschlägiger Techniken**

- Wenn ein Konstrukteur diese Art von Konstruktionsarbeit für gedruckte Leiterplatten und Hybrid-ICs ausführt, kann vorzugsweise ein CAD-Gerät unter  
20 Verwendung eines Computers verwendet werden.

- Bei Konstruktionsvorgängen unter Verwendung eines derartigen CAD-Geräts wird davon ausgegangen, dass der Konstrukteur unmittelbar den Entwurf z. B. hinsichtlich der Auswahl des Materials für einen Widerstand (das nachfolgend als "Widerstandsmaterial" bezeichnet wird), wie auf das Substrat usw.  
25 aufzudrucken (was nachfolgend als "gedruckter Widerstand" bezeichnet wird) erhält, wie auch hinsichtlich der Musterform des gedruckten Widerstands sowie der Musterform einer Elektrode für den gedruckten Widerstand.

- 30 Zum Beispiel kennen die Erfinder der vorliegenden Sache ein Auswahlverfahren für ein derartiges Widerstandsmaterial, das das folgende ist.

Das heißt, dass als erstes der Wert eines Seitenverhältnisses  $A_s$  für jedes Widerstandsmaterial durch den folgenden Ausdruck (1) unter Verwendung eines



Widerstands R, wie er für den zu entwerfenden gedruckten Widerstand erforderlich ist (der als "erforderlicher Widerstand" R bezeichnet wird) und eines Widerstands Rs pro Flächeneinheit für verschiedene Typen zu verwendender Widerstandsmaterialien (was als "Flächenwiderstand" Rs bezeichnet wird) berechnet wird:

$$A_s = R / R_s \quad (1)$$

Dann wird als das geeignetste Widerstandsmaterial dasjenige ausgewählt, für das das durch den Ausdruck (1) berechnete Seitenverhältnis  $A_s$  am dichtesten bei "1" liegt.

Andererseits wird die Musterform des gedruckten Widerstands wie folgt erhalten.

15

Hier ist, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, angenommen, dass die Form eines gedruckten Widerstands 17 ein Grundtyp einer einfachen rechteckigen, ebenen Form ist und dass der gedruckte Widerstand 17 so aufgedruckt wird, dass jedes Ende mit jeder auf dem Substrat ausgebildeten Elektrode 18 überlappt.

20

Als erstes wird der Wert der erforderlichen Minimalfläche  $S_{mn}$  des gedruckten Widerstands 17 durch den folgenden Ausdruck (2) unter Verwendung der elektrischen Leistung  $P_p$ , bei der die Flächeneinheit des auf die oben genannte Weise ausgewählten Widerstandsmaterials zerstört wird (was nachfolgend als "zulässige Leistung"  $P_p$  bezeichnet wird), der elektrischen Verbrauchsleistung  $P$  des zu entwerfenden gedruckten Widerstands 17 (was als "Widerstands-Verbrauchsleistung"  $P$  bezeichnet wird) und eines Koeffizienten  $f_t$  auf Grundlage einer Trimmtechnik durch den Konstrukteur, der im wesentlichen durch seine Erfahrung erhalten wird, berechnet:

30

$$S_{mn} = f_t \times P / P_p \quad (2)$$

Als nächstes werden die Werte für die effektive Widerstandsbreite  $W$  und die effektive Widerstandslänge  $L$  durch die folgenden Ausdrücke (3) und (4) unter Verwendung der durch den Ausdruck (1) berechneten Werte des Seitenverhältnisses  $A_s$  sowie des durch den Ausdruck (2) berechneten Wert der erforderlichen Minimalfläche  $S_{mn}$  berechnet:

$$W = (S_{mn} (A_s))^{1/2} \quad (3)$$

$$L = A_s \times W \quad (4)$$

40

Dann werden die Musterform des gedruckten Widerstands 17, d.h. der Wert  $W$  der Breite  $W_0$  des gedruckten Widerstands und der Wert " $L + OVR \times 2$ " der Länge  $L_0$  des gedruckten Widerstands, und die Musterform der Elektrode 18, d.h. der Wert " $OVR + M_2$ " einer Elektrodenbreite  $B$  sowie der Wert " $W + M_1 \times 2$ " einer Elektrodenlänge  $A$  auf Grundlage der Werte der Musterform des gedruckten Widerstands 17 bestimmt, d.h. der effektiven Widerstandsweite  $W$  und der effektiven Widerstandslänge  $L$ , wie unter Verwendung der Ausdrücke (1) bis (4) berechnet.

10

Auf diese Weise können die Auswahl des Widerstandsmaterials und die Bestimmung der Musterformen des gedruckten Widerstands und der Elektrode 18, entsprechend dem ausgewählten Widerstandsmaterial, ausgeführt werden.

15 Jedoch unterliegt ein gedruckter Widerstand 17, dessen Musterform entsprechend den Werten der Daten zur Widerstandsform (effektive Widerstandsweite  $W$  und effektive Widerstandslänge  $L$ ), wie durch die oben genannten Ausdrücke (1) bis (4) berechnet, eingestellt wird, tatsächlich der Erzeugung eines gewissen Kontaktwiderstands im Überlappingsabschnitt 19 zwischen dem gedruckten Widerstand 17 und der Elektrode 18 wie auch der Erzeugung eines Druckflecks an den beiden Enden des gedruckten Widerstands 17. Demgemäß besteht das Problem, dass gemäß der oben genannten Konstruktionstechnik der geeignete, erforderliche Widerstand  $R$  nicht tatsächlich erhalten werden kann.

25

Demgemäß kann der Konstrukteur versuchen, die effektive Widerstandsweite  $W$  und die effektive Widerstandslänge  $L$ , wie sie unter Verwendung der Ausdrücke (1) bis (4) berechnet wurden, abhängig von seiner Erfahrung in gewisser Weise so zu korrigieren, dass geeignete oder tolerierbare Musterformen des gedruckten Widerstands 17 und der Elektrode 18 als Endergebnis des Designvorgangs bestimmt werden können.

Auf diese Weise können durch das oben erläuterte CAD-Gerät zum Entwerfen des Musters einer elektronischen Schaltung wie eines gedruckten Substrats und eines Hybrid-IC die Musterformen des gedruckten Widerstands und der Elektrode schließlich bestimmt werden, wobei ein erfahrener Konstrukteur nötig ist, so dass die Qualität der sich ergebenden Musterformen in starkem Ausmaß von der Geschicklichkeit des Konstrukteurs abhängt, wobei kaum eine objektiv geeignete Konstruktion erhalten werden kann.

40

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein CAD-Gerät zum Entwerfen des Musters einer elektronischen Schaltung zu schaffen, das den Wirkungsgrad, die Objektivität und die Genauigkeit des Musterbestimmungsprozesses für einen gedruckten Widerstand bei einem Musterentwurfvorgang verbessern kann.

Gemäß der Erfindung kann die oben genannte Aufgabe durch ein CAD-Gerät zum Entwerfen des Musters einer elektrischen Schaltung gelöst werden, wie es im Anspruch 1 dargelegt ist.

Beim erfindungsgemäßen CAD-Gerät wird das Seitenverhältnis jedes Widerstandsmaterials durch die Auswähleinheit entsprechend der vorbestimmten Regel auf Grundlage der Widerstände pro Flächeneinheit für verschiedene Widerstandsmaterialien in der Widerstandsmaterialtabelle sowie des erforderlichen, in der Widerstandsparameter-Speichereinheit gespeicherten Widerstands berechnet. Ferner wird das optimale Widerstandsmaterial durch die Auswähleinheit entsprechend der vorbestimmten Regel auf Grundlage der Werte so berechneter Seitenverhältnisse sowie der Werte des maximalen und des minimalen Seitenverhältnisses, wie in der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand gespeichert, ausgewählt.

Demgemäß kann, zusätzlich zur automatischen Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials und der automatischen Berechnung der Widerstandsform eines gedruckten Widerstands die berechnete Widerstandsform leicht und automatisch so korrigiert werden, dass sie genauer mit der tatsächlichen Form eines gedruckten Widerstands harmonisiert, was durch das CAD-Gerät gemäß der dritten Erscheinungsform der Erfindung erfolgt.

Eine zweite Erscheinungsform der Erfindung ist im Anspruch 2 dargelegt.

Gemäß der zweiten Erscheinungsform der Erfindung wird die erforderliche Minimalfläche des gedruckten Widerstands unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials, wie es durch die Auswähleinheit ausgewählt wird und in der Speichereinheit für den Namen des optimalen Widerstandsmaterials abgespeichert wird, durch die Berechnungseinheit entsprechend der vorbestimmten Regel auf Grundlage des Werts der zugelassenen elektrischen Leistung pro Flächeneinheit in der Widerstandsmaterialtabelle, der in Zusammenhang mit dem ausgewählten, optimalen Widerstandsmaterial besteht, des Werts des elektrischen Leistung verbrauchenden Widerstands, wie in der Wider-



standparameter-Speichereinheit abgespeichert, und des Werts des Trimmverhältnisses, wie in der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand gespeichert, berechnet. Ferner wird das Seitenverhältnis des gedruckten Widerstands unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials vor dem Trimmvorgang durch die Berechnungseinheit entsprechend der vorbestimmten Regel auf Grundlage des erforderlichen Widerstands, des Widerstands pro Flächeneinheit des optimalen Widerstandsmaterials sowie des Werts des berechneten Widerstandsverhältnisses, wie in der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand abgespeichert, berechnet.

10 Nach diesen Berechnungen wird die Widerstandsform, die aus der effektiven Widerstandsbreite und der Länge des gedruckten Widerstands unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials besteht, durch die Berechnungseinheit entsprechend der vorbestimmten Regel auf Grundlage des Werts der berechneten, erforderlichen Minimalfläche sowie des Werts des berechneten Seitenverhältnisses vor dem Trimmvorgang berechnet. Dann werden die so berechneten Werte der Widerstandsform in die Widerstandsform-Speichereinheit eingespeichert.

Demgemäß kann, zusätzlich zur automatischen Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die Widerstandsform des gedruckten Widerstands unter Verwendung dieses ausgewählten, optimalen Widerstandsmaterials auf einfache und automatische Weise durch das CAD-Gerät gemäß der zweiten Erscheinungsform der Erfindung berechnet werden.

25 Bei einer dritten Erscheinungsform der Erfindung umfassen, zusätzlich zum oben erläuterten Merkmal bei der zweiten Erscheinungsform der Erfindung, die Formparameter für den gedruckten Widerstand ferner eine Überlappungsbreite, die die Breite eines Überlappungsabschnitt zwischen dem gedruckten Widerstand und der zu entwerfenden Elektrode anzeigt, sowie eine Elektrodenform, die die Form der Elektrode anzeigt. Hierbei ist das CAD-Gerät ferner mit einer Bestimmungseinheit zum Bestimmen der Form eines gedruckten Widerstandsmusters, die die Breite und die Länge eines gedruckten Widerstands umfasst, sowie der Form eines Elektrodenmusters, die die Breite und Länge einer Elektrode umfasst, gemäß einer vorbestimmten Regel auf Grundlage des Werts der Widerstandsform, des Werts der Überlappungsbreite und des Werts der Elektrodenform versehen.

Gemäß der dritten Erscheinungsform der Erfindung können die Form des gedruckten Widerstandsmusters, die aus der Breite und der Länge des gedruckten Widerstands besteht, und die Form des Elektrodenmusters, die aus der

Breite und der Länge der Elektrode besteht, durch die Bestimmungseinheit entsprechend der vorbestimmten Regel auf Grundlage des Werts der Widerstandsform, wie durch die Berechnungseinheit berechnet, oder des Werts der korrigierten Widerstandsform, wie durch die Korrektureinheit korrigiert, sowie der Werte der Gedruckter-Widerstand/Elektrode-Überlappungsbreite und der Elektrodenform, wie in der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand gespeichert, bestimmt werden.

Demgemäß können, zusätzlich zur automatischen Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die automatische Berechnung der Widerstandsform des gedruckten Widerstands sowie die automatische Korrektur der Widerstandsform des gedruckten Widerstands, wie auf die Bestimmungen zur Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters leicht und automatisch durch das CAD-Gerät gemäß der dritten Erscheinungsform der Erfindung ausgeführt werden.

Bei einer vierten Erscheinungsform der Erfindung ist das CAD-Gerät, zusätzlich zum oben erläuterten Merkmal bei der dritten Erscheinungsform der Erfindung, mit folgendem versehen: einer Anzeigeeinheit zum Anzeigen der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters, wie durch die Bestimmungseinheit bestimmt; und einer Eingabeeinheit zum Eingeben eines Bewertungsergebnisses für die angezeigte Form des gedruckten Widerstandsmusters und die angezeigte Form des Elektrodenmusters, wobei ferner zumindest einer der neuen Werte des Formparameters für den gedruckten Widerstand und der Widerstandsform sowie ein neuer Name für das optimale Widerstandsergebnis, falls das Bewertungsergebnis negativ ist, eingegeben werden. Das CAD-Gerät ist ferner mit einer Aktualisierungseinheit zum Aktualisieren des Inhalts der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand, der Widerstandsform-Speichereinheit oder der Speichereinheit für den Namen des optimalen Widerstandsmaterials versehen, wenn der neue Wert oder der neue Name über die Eingabeeinheit eingegeben wird, wobei vom Vorgang des Auswählens des optimalen Widerstandsmaterials, dem Vorgang des Auswählens der Widerstandsform, dem Vorgang des Korrigierens der Widerstandsform und dem Vorgang der Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters mindestens einer durch die Auswähleinheit, die Berechnungseinheit, die Korrektureinheit und die Bestimmungseinheit auf Grundlage des Inhalts der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand, der Speichereinheit für den Namen des optimalen Widerstandsmaterials und der Widerstandsform-Speichereinheit, die durch die Aktualisierungseinheit aktualisiert werden, wenn ein neuer Wert oder ein neuer Name eingegeben

werden, erneut ausgeführt.

Gemäß der vierten Erscheinungsform der Erfindung werden die Form des gedruckten Widerstandsmusters unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials sowie die Form des Elektrodenmusters, wie durch die Bestimmungseinheit bestimmt, durch die Anzeigeeinheit angezeigt, so dass der Konstrukteur visuell diese bestimmten Musterformen prüfen und bewerten kann. Dann wird das Bewertungsergebnis durch den Konstrukteur mittels der Eingabeeinheit eingegeben. Außerdem wird, wenn das Bewertungsergebnis negativ ist, d.h., wenn der Konstrukteur mit diesen angezeigten Musterformen nicht zufrieden ist, mindestens einer der neuen Werte des Formparameters für den gedruckten Widerstand und der Widerstandsform sowie der neue Name des optimalen Widerstandsmaterials vom Konstrukteur mittels der Eingabeeinheit eingegeben. Dann werden der Inhalt der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand, der Widerstandsform-Speichereinheit oder der Speichereinheit für den Namen des optimalen Widerstandsmaterials durch diese neu eingegebenen Werte oder den Namen entsprechend durch die Aktualisiereinheit aktualisiert. Dann werden der Vorgang des Auswählens des optimalen Widerstandsmaterials, der Vorgang des Berechnens der Widerstandsform, der Vorgang des Korrigierens der Widerstandsform sowie der Vorgang zum Bestimmen der Form des gedruckten Widerstandsmusters abhängig von den neu eingegebenen Werten oder dem Namen auf Grundlage dieses aktualisierten Inhalts durch die Auswähleinheit, die Berechnungseinheit, die Korrektureinheit und die Bestimmungseinheit erneut ausgeführt:

Demgemäß kann, zusätzlich zur automatischen Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, zur automatischen Berechnung der Widerstandsform des gedruckten Widerstands, zur automatischen Korrektur der Widerstandsform des gedruckten Widerstands und zu den automatischen Bestimmungen der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters eine Neubestimmung dieser Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters auf einfache und automatische Weise dadurch ausgeführt werden, dass lediglich der neue Name des Formparameters für den gedruckten Widerstand oder der Widerstandsform oder der neue Name des optimalen Widerstandsmaterials über die Eingabeeinheit eingegeben wird, wenn das Bewertungsergebnis negativ ist.

Weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ersichtlich, wie es in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht ist.



# KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine schematische Draufsicht eines Beispiels einer Musterform  
5 eines gedruckten Widerstands;

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines CAD-Geräts zum Entwerfen eines Musters  
gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

10 Fig. 3 ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel des Inhalts einer  
Widerstandsmaterialtabelle im CAD-Gerät von Fig. 2 zeigt;

Fig. 4 ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel für den Inhalt einer  
Beobachtungs-Widerstandstabelle im CAD-Gerät von Fig. 2 zeigt;

15

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das den Vorgang eines Einstellprozesses für  
die Form eines gedruckten Widerstandsmusters durch das CAD-Gerät von Fig. 2  
zeigt; und

20 Fig. 6 ist ein Kurvenbild, das ein Beispiel für die Charakteristikkurve des  
Flächenwiderstands in bezug auf eine Änderung der Widerstandslänge bei  
konstanter Widerstandsbreite zeigt.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGS-

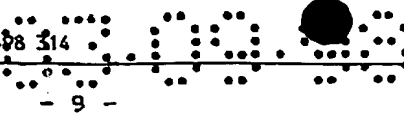
25

### BEISPIELS

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ein be-  
vorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

30 Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines CAD-Geräts zum Entwerfen eines Musters  
einer elektrischen Schaltung als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In Fig. 2 ist das CAD-Gerät mit einer Auswähleinheit 1 für das optimale  
Widerstandsmaterial, einer Widerstandsform-Berechnungseinheit 2, einer  
35 Widerstandsform-Korrektureinheit 3, einer Einheit 4 zum Bestimmen der Form  
des gedruckten Widerstandsmusters, einer Anzeigeeinheit 5, einer Aktuali-  
sierungseinheit 6, einer Eingabeeinheit 7, einem Plotter 8, einer Formpara-  
meter-Speichereinheit 9 für gedruckte Widerstände, einer Widerstandspara-  
meter-Speichereinheit 10, einer Widerstandsmaterialtabelle-Speichereinheit  
40 11, einer Beobachtungswiderstandstabelle-Speichereinheit 12, einem ersten



Puffer 13, einem zweiten Puffer 14, einem dritten Puffer 15 und einer CPU (zentrale Verarbeitungseinheit) 16 versehen.

Die Auswähleinheit 1 ist so ausgebildet, dass sie das optimale Widerstands-  
5 material für einen zu entwerfenden gedruckten Widerstand entsprechend jedem Wert eines in der Speichereinheit 9 gespeicherten Formparameters für den gedruckten Widerstand und eines in der Speichereinheit 10 gespeicherten Widerstandsparameters sowie entsprechend dem Inhalt einer in der Speicher-  
einheit 11 gespeicherten Widerstandsmaterialtabelle auswählt. Die Auswähl-  
10 einheit 1 ist auch so ausgebildet, dass sie den Namen des so ausgewählten optimalen Widerstandsmaterials in den ersten Puffer 13 einspeichert.

Die Berechnungseinheit 2 ist so ausgebildet, dass sie die Widerstandsform  
eines zu entwerfenden gedruckten Widerstands entsprechend dem durch die  
15 Auswähleinheit 1 ausgewählten Namen des optimalen Widerstandsmaterials, jedem Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand und dem Widerstandsparameter sowie entsprechend dem Inhalt der Widerstandsmaterialtabelle berechnet. Die Berechnungseinheit 2 ist auch so ausgebildet, dass sie  
den so berechneten Wert der Widerstandsformdaten in den zweiten Puffer 14  
20 einspeichert.

Die Korrektureinheit 3 ist so ausgebildet, dass sie den Wert der Wider-  
standsformdaten, wie durch die Berechnungseinheit 2 berechnet, auf einen  
Wert korrigiert, der für den echten Formerzeugungsvorgang des gedruckten  
25 Widerstands geeigneter ist, was abhängig vom Inhalt einer in der Speicher-  
einheit 12 gespeicherten Beobachtungswiderstandstabelle, den Namen für das optimale Widerstandsmaterial und den Wert des Formparameters für den ge-  
druckten Widerstand erfolgt. Die Korrektureinheit ist auch so ausgebildet,  
dass sie den Inhalt des zweiten Puffers 14 entsprechend dem so erhaltenen  
30 korrigierten Wert aktualisiert.

Die Bestimmungseinheit 4 ist so ausgebildet, dass sie die Form des gedruck-  
ten Widerstandsmusters und die Form des Elektrodenmusters unter der Annahme  
bestimmt, dass der aus dem optimalen Widerstandsmaterial bestehende ge-  
35 druckte Widerstand so hergestellt wird, dass er an beiden Enden auf der  
Elektrode überlappt (wie in Fig. 1 dargestellt), was entsprechend dem kor-  
rigierten Wert der durch die Korrektureinheit 3 korrigierten Widerstands-  
formdaten und dem Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand  
erfolgt. Die Bestimmungseinheit 4 ist auch so ausgebildet, dass sie den so  
40 bestimmten Inhalt der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form

des Elektrodenmusters in den dritten Puffer 15 einspeichert und den so bestimmten Inhalt auf der Anzeigeeinheit 5 anzeigt. Die Anzeigeeinheit 5 besteht z. B. aus einer CRT (Kathodenstrahlröhre)-Anzeigevorrichtung, einer LCD (Flüssigkristalldisplay)-Vorrichtung oder einer EL (Elektrolumineszenz)-Anzeigevorrichtung.

Auf diese Weise zwingt das CAD-Gerät durch Anzeigen der bestimmten Form des gedruckten Widerstandsmusters auf der Anzeigeeinheit 5 den Konstrukteur dazu, die Form des bestimmten gedruckten Widerstandsmusters zu bewerten.

10

Die Eingabeeinheit 7 besteht z. B. aus einer Tastatur, einer Tablettvorrichtung oder einer Mausvorrichtung. Die Eingabeeinheit 7 ist so ausgebildet, dass der Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand, der Wert des Widerstandsparameters, der Inhalt der Widerstandsmaterialtabelle und der Inhalt der Beobachtungswiderstandstabelle über die Eingabeeinheit 7 eingegeben werden können. Das auf der Anzeigeeinheit 5 angezeigte Bewertungsergebnis für die Form des gedruckten Widerstandsmusters wird ebenfalls vom Konstrukteur über die Eingabeeinheit 7 eingegeben. Ferner wird ein neuer Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand, ein neuer Name für das optimale Widerstandsmaterial oder ein neuer Wert der Widerstandsformdaten über die Eingabeeinheit 7 eingegeben, um die Form des gedruckten Widerstandsmusters zu ändern, wenn das Bewertungsergebnis "negativ" ist, d.h. dann, wenn das Ergebnis nicht zufriedenstellend ist.

Die Auffrischeinheit 6 ist so ausgebildet, dass sie den Inhalt der Formparameter-Speichereinheit 9 für den gedruckten Widerstand, den ersten Puffer 13 und den zweiten Puffer 14 abhängig vom neuen Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand, dem neuen Namen für das optimale Widerstandsmaterial oder dem neuen Wert der Widerstandsformdaten, wie über die Eingabeeinheit 7 eingegeben, auffrischt.

Der Plotter 8 ist so ausgebildet, dass er die Form des gedruckten Widerstandsmusters, wie sie als gut klargestellt wurde, wenn das Bewertungsergebnis "gut" über die Eingabeeinheit 7 eingegeben wurde, aus dem dritten Puffer 17 ausliest und sie als Zeichnung auf Aufzeichnungspapier ausgibt.

Die CPU 16 ist so ausgebildet, dass sie die Auswähleinheit 1, die Berechnungseinheit 2, die Korrektureinheit 3, die Bestimmungseinheit 4, die Anzeigeeinheit 5, die Auffrischeinheit 6, die Eingabeeinheit 7 und den Plotter 8 steuert, um den Einstellprozess für die Form des gedruckten Wider-

40

standsmusters, den Prozess zur Zeichnungserstellung usw. auf eine Weise auszuführen, die später im einzelnen beschrieben wird.

Das heißt, dass der erste Puffer 13 als Speichereinheit für den Namen des optimalen Widerstandsmaterials dient, während der zweite Puffer 14 als Speichereinheit für die Widerstandsform dient.

Die in die Speichereinheit 9 einzuspeichernden Formparameter für den gedruckten Widerstand umfassen die Minimalbreite  $W_{mn}$  für den gedruckten Widerstand, die Minimallänge  $L_{mn}$  für den gedruckten Widerstand, das maximale Seitenverhältnis  $As_{mx}$ , das minimale Seitenverhältnis  $As_{mn}$ , die Überlappungsbreite  $Ovr$  zwischen dem gedruckten Widerstand und der Elektrode, die Elektrodenform  $M1$ ,  $M2$ , das Berechnungswiderstands-Verhältnis  $Itg$ , das Trimmverhältnis  $Tr$  sowie den Namen des verwendeten Elektrodenmaterials.

Hierbei ist das Berechnungswiderstands-Verhältnis  $Itg$  ein Koeffizient, um vorab die Abschätzung für den erforderlichen Widerstand  $R$  des gedruckten Widerstands zu erniedrigen, um den Trimmprozess (Feineinstellung des Widerstands, wie durch Beschneiden des hergestellten gedruckten Widerstands ausgeführt) zu berücksichtigen. Das Trimmverhältnis  $Tr$  ist das Verhältnis aus der trimmbaren Breite des zu entwerfenden Widerstands in bezug auf die effektive Widerstandsbreite  $W$  desselben.

Die Widerstandsparameter, wie sie in der Widerstandsparameter-Speichereinheit 10 abgespeichert sind, umfassen den oben genannten erforderlichen Widerstand  $R$  und die elektrische Verbrauchsleistung  $P$  des gedruckten Widerstands.

Die in der Speichereinheit 11 gespeicherte Widerstandsmaterialtabelle enthält z. B. die Namen der verschiedenen Widerstandsmaterialien, den jeweiligen Flächenwiderstand  $R_s$  jedes Widerstandsmaterials, die jeweils zulässige elektrische Leistung  $P_p$  jedes Widerstandsmaterials in entsprechender Weise, wie es in Fig. 3 dargestellt ist.

Die Beobachtungswiderstandstabelle, wie sie in der Speichereinheit 12 abgespeichert ist, enthält z. B. mehrere Sätze von Werten der Beobachtungsflächenwiderstände " $R_{s1}$ ,  $R_{s2}$ , ...,  $R_{sn}$ , ...", entsprechend den Änderungswerten " $L_1$ ,  $L_2$ , ...,  $L_n$ , ..." der effektiven Widerstandslänge  $L$ , für jede Gruppe aus einem Widerstandsmaterialnamen  $n$ , einem Elektrodenmaterialnamen  $X$  und der effektiven Widerstandsbreite  $W$ , wie in Fig. 4 dargestellt.

Hierbei ist der Beobachtungs-Flächenwiderstand  $R_{os}$  tatsächlich ein Wert wie der folgende. Es ist nämlich der tatsächlich beobachtete oder gemessene Wert des Flächenwiderstands  $R_s$  in bezug auf die verschiedenen Änderungswerte "L1, L2, . . . , L<sub>n</sub>, . . ." der effektiven Widerstandslänge L des gedruckten Widerstands, der mit der in Fig. 1 dargestellten Musterform ausgebildet ist, unter der Bedingung, dass das Widerstandsmaterial mit dem Widerstandsmaterialnamen in der einschlägigen Beobachtungswiderstandstabelle, in der der Beobachtungs-Flächenwiderstand  $R_{os}$  registriert ist, für den gedruckten Widerstand verwendet wird und dass das Elektrodenmaterial mit dem Elektrodenmaterialnamen in der einschlägigen Beobachtungswiderstandstabelle für die Elektrode verwendet wird, während die effektive Widerstandsbreite W in der einschlägigen Beobachtungswiderstandstabelle vorliegt.

Demgemäß sind die Widerstandsänderung auf Grund des Kontaktwiderstands im Überlappungsabschnitt 19 zwischen dem gedruckten Widerstand 17 und der Elektrode 18, wie auch die Druckflecken an den beiden Enden des gedruckten Widerstands 17 bereits berücksichtigt und in diesem Beobachtungs-Flächenwiderstand  $R_{os}$  enthalten.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das den Ablauf eines Einstellprozesses für die Form eines gedruckten Widerstandsmusters zeigt, wie vom auf die oben genannte Weise aufgebauten CAD-Gerät unter Steuerung durch die CPU 16 ausgeführt. Der Betrieb des CAD-Geräts wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 5 im einzelnen erläutert.

In Fig. 5 werden die Werte der Formparameter für den gedruckten Widerstand, wie vorab über die Eingabeeinrichtung 7 eingegeben und in der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand gespeichert, ausgelesen. Auf dieselbe Weise werden die Werte der Widerstandsparameter, die in der Widerstandsparameter-Speichereinheit 10 abgespeichert sind, ausgelesen. Im Schritt S2 werden der Inhalt der in der Speichereinheit 11 gespeicherten Widerstandsmaterialtabelle sowie der Inhalt der in der Speichereinheit 12 gespeicherten Beobachtungswiderstandstabelle ausgelesen.

Im Schritt S3 wird das optimale Widerstandsmaterial durch die Auswähleinheit 1 entsprechend dem im Schritt S2 ausgelesenen Inhalt der Widerstandsmaterialtabelle sowie den im Schritt S1 ausgelesenen Werten der Formparameter für den gedruckten Widerstand ausgewählt.

Dieser Auswahlvorgang durch die Auswähleinheit 1 wird wie folgt ausgeführt.

Das heißt, dass als erstes jeder Wert "Asa, Asb, ..." des Seitenverhältnisses As für jedes Widerstandsmaterial A, B, ... entsprechend dem oben genannten Ausdruck (1) unter Verwendung jedes Flächenwiderstands "Rsa, Rsb, ..." jedes aus der Widerstandsmaterialtabelle ausgelesenen Widerstandsmaterials A, B, ... sowie des erforderlichen Widerstands "R" des Formparameters für den gedruckten Widerstand berechnet wird. Dann wird der so berechnete jeweilige Wert "Asa, Asb, ..." des Seitenverhältnisses As dahingehend überprüft, ob er der Beziehung  $As_{mn} \leq As \leq As_{mx}$  hinsichtlich der Werte des maximalen Seitenverhältnisses  $As_{mx}$  und des minimalen Seitenverhältnisses  $As_{mn}$  der Formparameter für den gedruckten Widerstand genügt. Dann wird beurteilt, dass die dieser Beziehung  $As_{mn} \leq As \leq As_{mx}$  genügenden Widerstandsmaterialien die verfügbaren Widerstandsmaterialien sind. Dann wird ferner das Widerstandsmaterial, für das der Wert des Seitenverhältnisses As am dichtesten bei "1" liegt, unter den so beurteilten verfügbaren Materialien als optimales Widerstandsmaterial ausgewählt.

Der Widerstandsmaterialname des auf diese Weise ausgewählten optimalen Widerstandsmaterials wird dann in den ersten Puffer 13 gespeichert.

Im Schritt S4 wird die Widerstandsform durch die Berechnungseinheit 2 und die Korrektureinheit 3 entsprechend dem Inhalt der Widerstandsmaterialtabelle und dem Inhalt der Beobachtungswiderstandstabelle, wie im Schritt S2 ausgelesen, sowie der Werte der Formparameter für den gedruckten Widerstand und der Widerstandsparameter, wie im Schritt S1 ausgelesen, berechnet.

Dieser Berechnungsvorgang durch die Widerstandsform-Berechnungseinheit 2 und die Korrektureinheit 3 wird wie folgt ausgeführt.

Das heißt, dass zunächst der Wert der erforderlichen Minimalfläche  $S_{mn}$  des gedruckten Widerstands durch die Berechnungseinheit 2 entsprechend dem folgenden Ausdruck (5) unter Verwendung des Werts der zulässigen elektrischen Leistung  $P_p$  des in der Widerstandsmaterialtabelle registrierten optimalen Widerstandsmaterials sowie des Werts der elektrischen Verbrauchsleistung  $P$  des Widerstands innerhalb der Widerstandsparameter sowie des Werts des Trimmverhältnisses  $Tr$  als Formparameter für den gedruckten Widerstand berechnet wird:

$$S_{mn} = 1 / (1 - Tr) \times P / P_p \quad (5)$$

Als nächstes wird das Seitenverhältnis  $A_s$  des gedruckten Widerstands unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials vor dem Trimmen entsprechend dem folgenden Ausdruck (6) unter Verwendung des erforderlichen Widerstands  $R$ , des Werts des Berechnungswiderstands-Verhältnisses  $Itg$  des Formparameters für den gedruckten Widerstand sowie des Flächenwiderstands  $R_s$  des optimalen Widerstandsmaterials, wie in der Widerstandsmaterialtabelle abgespeichert, berechnet:

$$A_s = Itg \times R / R_s \quad (6)$$

Dann werden unter Verwendung der so berechneten Werte der erforderlichen Minimalfläche  $S_{mn}$  und des Seitenverhältnisses  $A_s$  die Werte der effektiven Widerstandsbreite  $W$  und der effektiven Widerstandslänge  $L$  entsprechend den oben genannten Ausdrücken (3) und (4) berechnet. Schließlich wird dann überprüft, ob der berechnete Wert der effektiven Widerstandsbreite  $W$  nicht kleiner als die Widerstands-Minimalbreite  $W_{mn}$  ist, und es wird auch überprüft, ob der berechnete Wert der effektiven Widerstandslänge  $L$  nicht kleiner als die Widerstands-Minimallänge  $L_{mn}$  ist.

20

Als Ergebnis dieser Überprüfung wird, wenn  $W < W_{mn}$  gilt, der Wert der effektiven Widerstandsbreite  $W$  auf " $W_{mn}$ " geändert, und der Wert der effektiven Widerstandslänge  $L$  wird erneut entsprechend dem folgenden Ausdruck (7) berechnet:

25

$$L = A_s \times W_{mn} \quad (7)$$

Andererseits wird, wenn  $L < L_{mn}$  gilt, der Wert der effektiven Widerstandslänge  $L$  auf " $L_{mn}$ " geändert und der Wert der effektiven Widerstandsbreite  $W$  wird erneut entsprechend dem folgenden Ausdruck (8) berechnet:

30

$$W = L_{mn} / A_s \quad (8)$$

Auf die oben beschriebene Weise werden die Widerstandsformdaten, die aus dem Wert der effektiven Widerstandsbreite  $W$ , der entsprechend den Ausdrücken (3) oder (8) berechnet wurde und der Wert der effektiven Widerstandslänge  $L$ , der entsprechend dem Ausdruck (4) oder (7) berechnet wurde, in den zweiten Puffer 14 eingespeichert.

40 Nach diesem Berechnungsvorgang durch die Berechnungseinheit 2 werden die

berechneten Werte der Widerstandsformdaten für den gedruckten Widerstand durch die Korrektureinheit 3 so korrigiert, dass sie genauer an den tatsächlichen Herstellzustand des gedruckten Widerstands angepasst sind. Dieser Korrekturvorgang wird wie folgt ausgeführt.

5

Das heißt, dass diejenige Beobachtungswiderstandstabelle, für die derselbe Elektrodenmaterialname abgespeichert ist, wie er dem Namen des verwendeten Elektrodenmaterials im Formparameter für den gedruckten Widerstand entspricht, wobei gleichzeitig für diese die effektive Widerstandsbreite  $W$  abgespeichert ist, die am dichtesten bei dem berechneten Wert der effektiven Widerstandsbreite  $W$  entsprechend dem Ausdruck (3) oder (8) liegt, aus mehreren Beobachtungswiderstandstabellen ausgewählt wird, die als registrierten Widerstandsmaterialnamen denjenigen des optimalen Widerstandsmaterials enthalten. Dann wird die Charakteristikkurve des Flächenwiderstands  $R_s$  hinsichtlich einer Änderung der effektiven Widerstandslänge  $L$  bei konstanter effektiver Widerstandsbreite durch eine Näherung unter Verwendung der drei in Fig. 6 dargestellten Dimensionsausdrücke entsprechend Änderungswerten verschiedener effektiver Widerstandslängen  $L$ , wie in der so ausgewählten Beobachtungswiderstandstabelle abgespeichert, sowie verschiedener Beobachtungs-Flächenwiderstände  $R_{so}$ , die dieser Änderung der effektiven Widerstandslänge  $L$  entsprechen, erhalten.

Als nächstes wird der Flächenwiderstand " $R_{so}$ ", der dichter am Beobachtungswert als im Fall der effektiven, durch den Ausdruck (4) oder (7) berechneten Widerstandslänge  $L$  liegt, entsprechend der Charakteristikkurve für die Änderung des Flächenwiderstands von Fig. 6 erhalten. Dann wird unter Verwendung des so erhaltenen Flächenwiderstands " $R_{so}$ " der Korrekturwert " $A_{so}$ " für das Seitenverhältnis  $A_s$  entsprechend dem oben genannten Ausdruck (6) berechnet. Danach wird unter Verwendung des so berechneten Korrekturwerts " $A_{so}$ " für das Seitenverhältnis  $A_s$  entweder der Korrekturwert für die effektive Widerstandsbreite  $W$  oder der Korrekturwert für die effektive Widerstandslänge  $L$  entsprechend dem Ausdruck (7) oder (8) berechnet.

Auf diese Weise wird der Inhalt des zweiten Puffers 14 durch den Korrekturwert der durch den Ausdruck (7) berechneten effektiven Widerstandslänge oder den Korrekturwert der durch den Ausdruck (8) berechneten effektiven Widerstandsbreite  $W$  aktualisiert.

Demgemäß enthält in diesem Stadium der so erhaltene Flächenwiderstand " $R_{so}$ " bereits den Beitrag des Kontaktwiderstands des Überlappungsabschnitts



zwischen dem gedruckten Widerstand 17 und der Elektrode 18, wie auch den Beitrag der Widerstandsänderung auf Grund der Druckflecke an den beiden Enden des gedruckten Widerstands 17 (Fig. 1). Demgemäß ist die gemäß diesem Flächenwiderstand "R<sub>so</sub>" berechnete Widerstandsform bereits hinsichtlich der  
5 Widerstandsänderung auf Grund des Kontaktwiderstands und der Druckflecke korrigiert. Im Ergebnis kann durch bloßes Bestimmen der Form des gedruckten Widerstandsmusters auf Grundlage der auf die oben genannte Weise berechneten Widerstandsform die Form des gedruckten Widerstandsmusters automatisch und objektiv gestimmt werden, ohne dass Geschicklichkeit des Konstrukteurs  
10 erforderlich ist.

Im Schritt S5 werden die Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Form des Elektrodenmusters durch die Bestimmungseinheit entsprechend den Werten der im Schritt S4 erhaltenen Widerstandsform sowie des im Schritt S1  
15 ausgelesenen Werts des Formparameters für den gedruckten Widerstand bestimmt.

Die Form des gedruckten Widerstandsmusters wird wie folgt bestimmt.

20 Das heißt, dass die Breite W<sub>0</sub> des gedruckten Widerstands und die Länge L<sub>0</sub> des gedruckten Widerstands entsprechend den folgenden Ausdrücken (9) und (10) unter Verwendung der berechneten Werte der effektiven Widerstandsbreite W und der effektiven Widerstandslänge L sowie des Werts der Überlappungsbreite OVR des Formparameters für den gedruckten Widerstand berechnet  
25 werden:

$$\text{Breite des gedruckten Widerstands } W_0 = W \quad (9)$$

$$\text{Länge des gedruckten Widerstands } L_0 = L + OVR \times 2 \quad (10)$$

Auf diese Weise wird die Form des gedruckten Widerstandsmusters bestimmt,  
30 die aus der Breite W<sub>0</sub> des gedruckten Widerstands und der Länge L<sub>0</sub> des gedruckten Widerstands besteht.

Auf dieselbe Weise werden die Elektrodenbreite A und die Elektrodenlänge B entsprechend den Ausdrücken (11) und (12) unter Verwendung des Werts der effektiven Widerstandsbreite W, des Werts der Überlappungsbreite OVR, des  
35 Formparameters für den gedruckten Widerstands und der Werte der Elektrodenform M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> berechnet:

$$\text{Elektrodenbreite } A = W + M_1 \times 2 \quad (11)$$

$$\text{Elektrodenlänge } B = OVR + M_2 \quad (12)$$

Auf diese Weise wird die Form des Elektrodenmusters bestimmt, die aus der Elektrodenbreite A und der Elektrodenlänge B besteht. Dann werden die so bestimmte Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Form des Elektrodenmusters in den dritten Puffer 15 eingespeichert.

5

Im Schritt S6 werden die Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Form des Elektrodenmusters, wie im Schritt S5 bestimmt, auf der Anzeigeeinheit 5 angezeigt.

- 10 Im Schritt S7 wird vom Konstrukteur beurteilt, ob das Widerstandsmaterial, die Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Form des Elektrodenmusters gut oder schlecht sind, was entsprechend den im Schritt S6 auf der Anzeigeeinheit 5 angezeigten Musterformen erfolgt. Als Ergebnis dieser Bewertung wird, wenn eine Bewertung als "gut" erfolgt, das Bewertungsergebnis "ja" vom Konstrukteur über die Tastatur der Eingabeeinheit 7 eingegeben. Andererseits wird über die Tastatur das Bewertungsergebnis "nein" eingegeben, wenn eine Beurteilung als "negativ", d.h. "schlecht" erfolgt.

- Im Schritt S8 wird entschieden, ob das eingegebene Bewertungsergebnis "ja" ist oder nicht. Wenn es "ja" ist, werden die im Schritt S5 bestimmten Werte der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters als endgültiges, gutes Ergebnis festgelegt, und es endet der Vorgang eines fortlaufenden Einstellprozesses für die Form des gedruckten Widerstandsmusters. Andererseits verzweigt der Ablauf zum Schritt S9, wenn im Schritt S8 nicht mit "ja" beurteilt wird.

- Im Schritt S9 wird zum Ändern der Werte der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters der Inhalt einer erforderlichen Änderung über die Mausvorrichtung oder die Tastatur usw. der Eingabeeinheit 7 vom Konstrukteur eingegeben.

- Im Schritt S10 wird beurteilt, ob der Inhalt einer im Schritt S9 eingegebenen Änderung eine Änderung zum Formparameter für den gedruckten Widerstand, eine Änderung zum Namen des Widerstandsmaterials oder eine Änderung zur Widerstandsform ist.

- Wenn es sich um eine Änderung zum Formparameter für den gedruckten Widerstand handelt, verzweigt der Ablauf zum Schritt S11. Wenn es sich um eine Änderung zum Namen des Widerstandsmaterials handelt, verzweigt der Ablauf zum Schritt S12. Wenn es sich um eine Änderung der Widerstandsform handelt,

verzweigt der Ablauf zum Schritt S13.

Im Schritt S13 wird ein neuer Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand über die Tastatur usw. der Eingabeeinheit 7 eingegeben. Dann wird durch die Aktualisierungseinheit 6 der Inhalt der Formparameter-Speichereinheit 9 für den gedruckten Widerstand entsprechend diesem eingegebenen, neuen Wert aktualisiert. Die Werte der Formparameter für den gedruckten Widerstand nach dem Aktualisieren werden aus der Speichereinheit 9 ausgelesen, und der Ablauf kehrt zum Schritt S3 zurück. Dann werden die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die Berechnung der Widerstandsform, die Korrektur der Widerstandsform, die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Anzeige/Bewertung der erhaltenen Form des gedruckten Widerstandsmusters wiederholt.

Im Schritt S12 wird über die Eingabeeinheit 7 ein neuer Name für das optimale Widerstandsmaterial eingegeben. Dann wird der Inhalt des Puffers 13 durch die Aktualisierungseinheit 6 entsprechend diesem eingegebenen, neuen Namen für das optimale Widerstandsmaterial aktualisiert. Dann wird der Name des optimalen Widerstandsmaterials nach dem Aktualisieren aus dem ersten Puffer 13 ausgelesen, und der Ablauf kehrt zum Schritt S4 zurück. Dann werden die Berechnung der Widerstandsform, die Korrektur der Widerstandsform, die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Anzeige/Bewertung der Form des erhaltenen gedruckten Widerstandsmusters wiederholt.

Im Schritt S13 wird ein neuer Wert für die Widerstandsformdaten über die Eingabeeinheit 7 eingegeben. Dann wird der Inhalt des zweiten Puffers 14 durch die Aktualisierungseinheit 6 entsprechend diesem eingegebenen, neuen Wert der Widerstandsformdaten aktualisiert. Dann wird der Wert der Widerstandsform nach dem Aktualisieren aus dem zweiten Puffer 14 ausgelesen, und der Ablauf kehrt zum Schritt S5 zurück. Dann werden die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Anzeige/Bewertung der Form des bestimmten Widerstandsmusters wiederholt.

Auf diese Weise wird der neu bestimmte Inhalt der Form des gedruckten Widerstandsmusters in den Schritten S6 und S7 bewertet. Wenn das Bewertungsergebnis im Schritt S8 als "ja" beurteilt wird, werden die im Schritt S5 neu bestimmten Werte der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters als endgültiges, gutes Ergebnis bestimmt, so dass der Inhalt des dritten Puffers 15 aktualisiert wird. Dann endet der

Einstellprozessvorgang für die Form des gedruckten Widerstandsmusters.

Danach werden die Prozesse zum Entwerfen der Leiterbahnen fortgesetzt, wie ein Vorgang des Ausgebens der festgelegten Form des gedruckten Widerstandsmusters und des Elektrodenmusters als Zeichnung auf einem Aufzeichnungsblatt durch den Plotter 8 usw.

Wie oben im einzelnen beschrieben, werden gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Formparameter für den gedruckten Widerstand, einschließlich den Werten der Minimalbreite  $W_{mn}$  des gedruckten Widerstands, der Minimallänge  $L_{mn}$  des gedruckten Widerstands, dem maximalen Seitenverhältnis  $As_{mx}$ , dem minimalen Seitenverhältnis  $As_{mn}$ , der Überlappungsbreite  $OVR$ , der Elektrodenform  $M1, M2$ , dem Berechnungswiderstandsverhältnis  $Itg$  und dem Trimmverhältnis  $Tr$  sowie einschließlich des verwendeten Elektrodenmaterials in die Formparameter-Speichereinheit 9 für den gedruckten Widerstand vor der Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters eingespeichert. Die Widerstandsparameter, zu denen die Werte des erforderlichen Widerstands  $R$  und die elektrische Verbrauchsleistung  $P$  des Widerstands gehören, werden in die Widerstandsparameter-Speichereinheit 10 eingespeichert. Die Widerstandsmaterialtabelle, die verschiedene Widerstandsmaterialnamen enthält, der Flächenwiderstand  $R_a$  und der zulässige elektrische Leistungswert  $P_p$  jedes entsprechenden Widerstandsmaterials werden in die Widerstandsmaterialtabelle-Speichereinheit 11 eingespeichert. Ferner werden mehrere Sätze von Beobachtungswiderstandstabellen, die jeweils die Beobachtungs-Flächenwiderstände  $R_{os}$  usw. enthalten, entsprechend den Änderungswerten der effektiven Widerstandslänge  $L$ , hinsichtlich jedes Widerstandsmaterialnamens, jedes Elektrodennamens und jeder effektiven Widerstandsbreite  $W$  in die Speichereinheit 12 für die Beobachtungswiderstandstabelle eingespeichert.

Demgemäß führt das vorliegende Ausführungsbeispiel durch Auslesen der Formparameter für den gedruckten Widerstand, der Widerstandsparameter, des Inhalts der Widerstandsmaterialtabelle und des Inhalts der Beobachtungswiderstandstabelle so, wie es die Anwendung erfordert, die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters wie folgt aus.

35

Das heißt, dass als erstes das optimale Widerstandsmaterial durch die Auswahlereinheit 1 entsprechend den berechneten Seitenverhältnissen  $As$  verschiedener Widerstandsmaterialien ausgewählt wird. Dann wird der erhaltene Name für das optimale Widerstandsmaterial in den ersten Puffer 13 eingespeichert. Als nächstes werden die Widerstandsformdaten, die aus der effektiven

40

Widerstandsbreite  $W$  und der effektiven Widerstandslänge  $L$  bestehen, durch die Berechnungseinheit 2 berechnet. Dann werden die berechneten Widerstandsformdaten in den zweiten Puffer 14 eingespeichert. Ferner wird die Charakteristikkurve für den Flächenwiderstand  $R_s$  hinsichtlich des Änderungswerts der effektiven Widerstandslänge  $L$  durch die Korrektureinheit 3 entsprechend der Beobachtungswiderstandstabelle erhalten, in Zusammenhang mit dem Satz aus dem ausgewählten, optimalen Widerstandsmaterial und dem verwendeten Elektrodenmaterial, wobei diejenige effektive Widerstandsbreite vorliegt, die am nächsten bei der berechneten effektiven Widerstandsbreite  $W$  liegt. Dann wird der korrigierte Wert der Widerstandsform entsprechend dieser Charakteristikkurve berechnet, und der Inhalt des zweiten Puffers 14 wird durch diesen korrigierten Wert aktualisiert. Schließlich erfolgt die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters durch die Bestimmungseinheit 4 unter Verwendung der im zweiten Puffer 14 abgespeicherten Werte der Widerstandsformdaten.

Danach gibt der Konstrukteur, wenn das von ihm getroffene Bewertungsergebnis hinsichtlich der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters, wie auf der Anzeigeeinheit 5 angezeigt, "schlecht" ist, das Bewertungsergebnis "nein" ein, und es wird der neue Wert des Formparameters für den gedruckten Widerstand, der neue Name für das optimale Widerstandsmaterial oder der neue Wert der Widerstandsformdaten über die Eingabeeinheit 7 eingegeben. Dann wird der Inhalt der Formparameter-Speichereinheit 9 für den gedruckten Widerstand, der Inhalt des ersten Puffers 13 oder der Inhalt des zweiten Puffers 14 entsprechend dem eingegebenen neuen Wert oder Namen durch die Aktualisierungseinheit 6 aktualisiert. Dann werden die Bestimmung und die Bewertung der Form des gedruckten Widerstandsmusters entsprechend diesem aktualisierten Inhalt erneut durch die Auswähleinheit 1, die Berechnungseinheit 2, die Korrektureinheit 3 und die Bestimmungseinheit 4 ausgeführt.

Demgemäß können gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die Berechnung der Widerstandsform, die Korrektur der Widerstandsform, die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Korrektur der Form des gedruckten Widerstandsmusters automatisch und objektiv ausgeführt werden. Anders gesagt, können der Wirkungsgrad, die Standardisierung und die Genauigkeit des Bestimmungsprozesses für die Form des gedruckten Widerstandsmusters unabhängig von der Erfahrung oder Geschicklichkeit des Konstrukteurs stark verbessert werden.

Beim oben genannten Ausführungsbeispiel ist der dem Änderungswert der effektiven Widerstandslänge  $L$  entsprechende Beobachtungs-Flächenwiderstand  $R_{os}$  in der Beobachtungswiderstandstabelle eingespeichert, wobei statt dessen der Beobachtungs-Flächenwiderstand  $R_{os}$  eingespeichert sein kann, der dem Änderungswert der effektiven Widerstandsbreite  $W$  entspricht.

Beim oben genannten Ausführungsbeispiel werden die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die Berechnung der Widerstandsform, die Korrektur der Widerstandsform, die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters und die Korrektur der Form des gedruckten Widerstandsmusters alle automatisch ausgeführt. Jedoch ist die Erfindung nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt. Zum Beispiel können nur die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, nur die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials und die Berechnung der Widerstandsform, nur die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die Berechnung der Widerstandsform und die Korrektur der Widerstandsform oder nur die Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, die Berechnung (Korrektur) der Widerstandsform und die Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters automatisch ausgeführt werden, während der restliche Teil des Prozesses von Hand ausgeführt werden kann.

Ferner ist der Algorithmus bei der Erfindung hinsichtlich der Auswahl des optimalen Widerstandsmaterials, der Berechnung der Widerstandsform, der Korrektur der Widerstandsform und der Bestimmung der Form des gedruckten Widerstandsmusters nicht auf denjenigen des oben genannten Ausführungsbeispiels beschränkt.

30

35

40

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. CAD-Gerät zum Entwerfen eines Musters einer elektrischen Schaltung, mit einer Formparameter-Speichereinheit (9) für einen gedruckten Widerstand
- 5 zum Speichern von Werten von Formparametern für den gedruckten Widerstand, einschließlich eines maximalen Seitenverhältnisses und eines minimalen Seitenverhältnisses eines gedruckten Widerstands, dessen Muster zu entwerfen ist, sowie eines zu verwendenden Elektrodenmaterials; einer Widerstandsparameter-Speichereinheit (10) zum Speichern von Werten von Wider-
- 10 standparametern, zu denen der gewünschte Widerstandswert des gedruckten Widerstands gehört; einer Widerstandsmaterialtabelle-Speichereinheit (11) zum Speichern einer Widerstandsmaterialtabelle, die Nennwerte für den Widerstand pro Einheitsfläche für verschiedene Widerstandsmaterialien enthält; einer Einheit (1) zum Auswählen des optimalen Widerstandsmaterials
- 15 zum Berechnen von Seitenverhältnissen der verschiedenen Widerstandsmaterialien entsprechend einer vorbestimmten Regel auf Grundlage der Widerstandswerte der verschiedenen Widerstandsmaterialien und des gewünschten Widerstands, und zum Auswählen des optimalen Widerstandsmaterials entsprechend einer vorbestimmten Regel auf Grundlage der Werte der berechneten Seiten-
- 20 verhältnisse und der Werte des maximalen und des minimalen Seitenverhältnisses; einer Berechnungseinheit (2) zum Berechnen einer Widerstandsform, zu der die effektive Widerstandsbreite und die effektive Widerstandslänge gehören, auf Grundlage des ausgewählten, optimalen Widerstandsmaterials; und einer Widerstandsform-Speichereinheit (14) zum Speichern der Wider-
- 25 standsform;
- dadurch gekennzeichnet, dass das CAD-Gerät ferner folgendes aufweist:
- eine Beobachtungswiderstandstabelle-Speichereinheit (12) zum Speichern einer Beobachtungswiderstandstabelle, die die tatsächlich gemessenen Werte des Widerstands pro Flächeneinheit hinsichtlich der verschiedenen Werte der
  - 30 effektiven Widerstandsbreite oder der effektiven Widerstandslänge für jeden Satz aus dem zu verwendenden Widerstandsmaterial und dem zu verwendenden Elektrodenmaterial enthält; und
  - eine Widerstandsform-Korrektureinheit (3) zum Erhalten der Charakteristikkurve der tatsächlichen Widerstandswerte, unter der Bedingung, dass von
  - 35 der effektiven Widerstandsbreite und der effektiven Widerstandslänge der andere Wert auf einen konstanten Wert gesetzt wird, gemäß einer vorbestimmten Regel auf Grundlage der Beobachtungsregistertabelle in Beziehung zum Satz aus dem optimalen Widerstandsmaterial und dem zu verwendenden Elektrodenmaterial, wobei diese Widerstandsform-Korrektureinheit (3) die effektive
  - 40 Widerstandsbreite oder die effektive Widerstandslänge entsprechend einer

vorbestimmten Regel auf Grundlage der Charakteristikkurve, des erforderlichen Widerstands und des Werts der berechneten Widerstandsform korrigiert, wobei der Inhalt der Widerstandsform-Speichereinheit aktualisiert wird.

5 2. CAD-Gerät zum Entwerfen eines Musters nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Formparameter für den gedruckten Widerstand ferner ein Trimmverhältnis, das das Verhältnis der trimmbaren Breite des gedruckten Widerstands in bezug auf die effektive Breite des gedruckten Widerstands anzeigt, und ein Berechnungswiderstands-Verhältnis beinhalten, das ein  
10 Koeffizient ist, um den Abschätzwert für den erforderlichen Widerstandswert des gedruckten Widerstands vorab unter Berücksichtigung eines folgenden Trimmprozesses zu verringern;

wobei die Widerstandsparameter ferner eine elektrische Verbrauchsleistung für den Widerstand umfassen, die die elektrische Verbrauchsleistung des  
15 gedruckten Widerstands anzeigt; und

- die Widerstandsmaterialtabelle ferner die zulässige elektrische Leistung pro Flächeneinheit in zugeordneter Weise für jedes der verschiedenen Widerstandsmaterialien enthält;

- und wobei die Berechnungseinheit (2) ferner die erforderliche Minimalfläche des gedruckten Widerstands unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials entsprechend einer vorbestimmten Regel auf Grundlage der Werte der zulässigen elektrischen Leistung, der elektrischen Verbrauchsleistung des Widerstands und des Trimmverhältnisses des ausgewählten, optimalen Widerstandsmaterials berechnet, sie das Seitenverhältnis des gedruckten  
20 Widerstands unter Verwendung des optimalen Widerstandsmaterials vor einem Trimmvorgang entsprechend einer vorbestimmten Regel auf Grundlage des erforderlichen Widerstands, des Widerstands pro Flächeneinheit des optimalen Widerstandsmaterials und des Werts des Berechnungswiderstands-Verhältnisses berechnet, sie die Widerstandsform des gedruckten Widerstands unter Verwen-  
25 dung des optimalen Widerstandsmaterials entsprechend einer vorbestimmten Regel auf Grundlage des Werts der berechneten erforderlichen minimalen Fläche und des Werts des berechneten Seitenverhältnisses vor dem Trimmen berechnet, und sie den Wert der berechneten Widerstandsform in die Widerstandsform-Speichereinheit einspeichert.

35

3. CAD-Gerät zum Entwerfen eines Musters nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Formparameter für den gedruckten Widerstand ferner eine Überlappungsbreite, die die Breite eines Überlappungsabschnitts zwischen dem gedruckten Widerstand und der zu verwendenden Elektrode anzeigt,  
40 und eine Elektrodenform, die die Form der Elektrode anzeigt, beinhalten;



und das CAD-Gerät ferner eine Bestimmungseinheit (4) aufweist, um die Form eines gedruckten Widerstandsmusters, wozu die Breite des gedruckten Widerstands und die Länge des gedruckten Widerstands gehören, und die Form eines Elektrodenmusters, wozu die Elektrodenbreite und die Elektrodenlänge gehören, gemäß einer vorbestimmten Regel auf Grundlage des Werts der Widerstandsform, des Werts der Überlappungsbreite und des Werts der Elektrodenform zu bestimmen.

4. CAD-Gerät zum Entwerfen eines Musters nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner folgendes aufweist:

- eine Anzeigeeinheit (5) zum Anzeigen der Form des gedruckten Widerstandsmusters und der Form des Elektrodenmusters, wie sie durch die Bestimmungseinheit bestimmt werden;
- eine Eingabeeinheit (7) zum Eingeben des Bewertungsergebnisses für die angezeigte Form des gedruckten Widerstandsmusters und der angezeigten Form des Elektrodenmusters, und ferner zum Eingeben mindestens eines neuen Wertes für den Formparameter für den gedruckten Widerstand, wenn das Bewertungsergebnis negativ ist; und
- eine Aktualisierungseinheit (6) zum Aktualisieren des Inhalts der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand, die die Widerstandsform speichert, wenn über die Eingabeeinheit ein neuer Wert eingegeben wird;
- wobei vom Vorgang des Auswählens des optimalen Widerstandsmaterials, dem Vorgang des Berechnens der Widerstandsform, dem Vorgang des Korrigierens der Widerstandsform und dem Vorgang des Bestimmens der Form des gedruckten Widerstandsmusters mindestens einer erneut durch die Auswähleinheit, die Berechnungseinheit, die Korrektureinheit und die Bestimmungseinheit auf Grundlage der Inhalte der Formparameter-Speichereinheit für den gedruckten Widerstand und der Widerstandsform-Speichereinheit, die durch die Aktualisierungseinheit aktualisiert wurden, wenn ein neuer Wert eingegeben wurde, ausgeführt wird.

Fig. 1

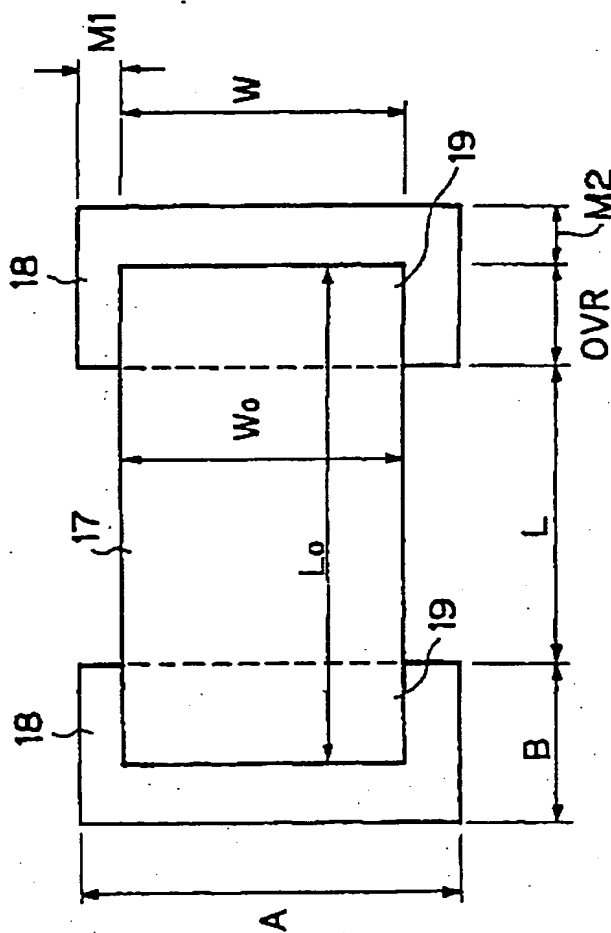


Fig. 2

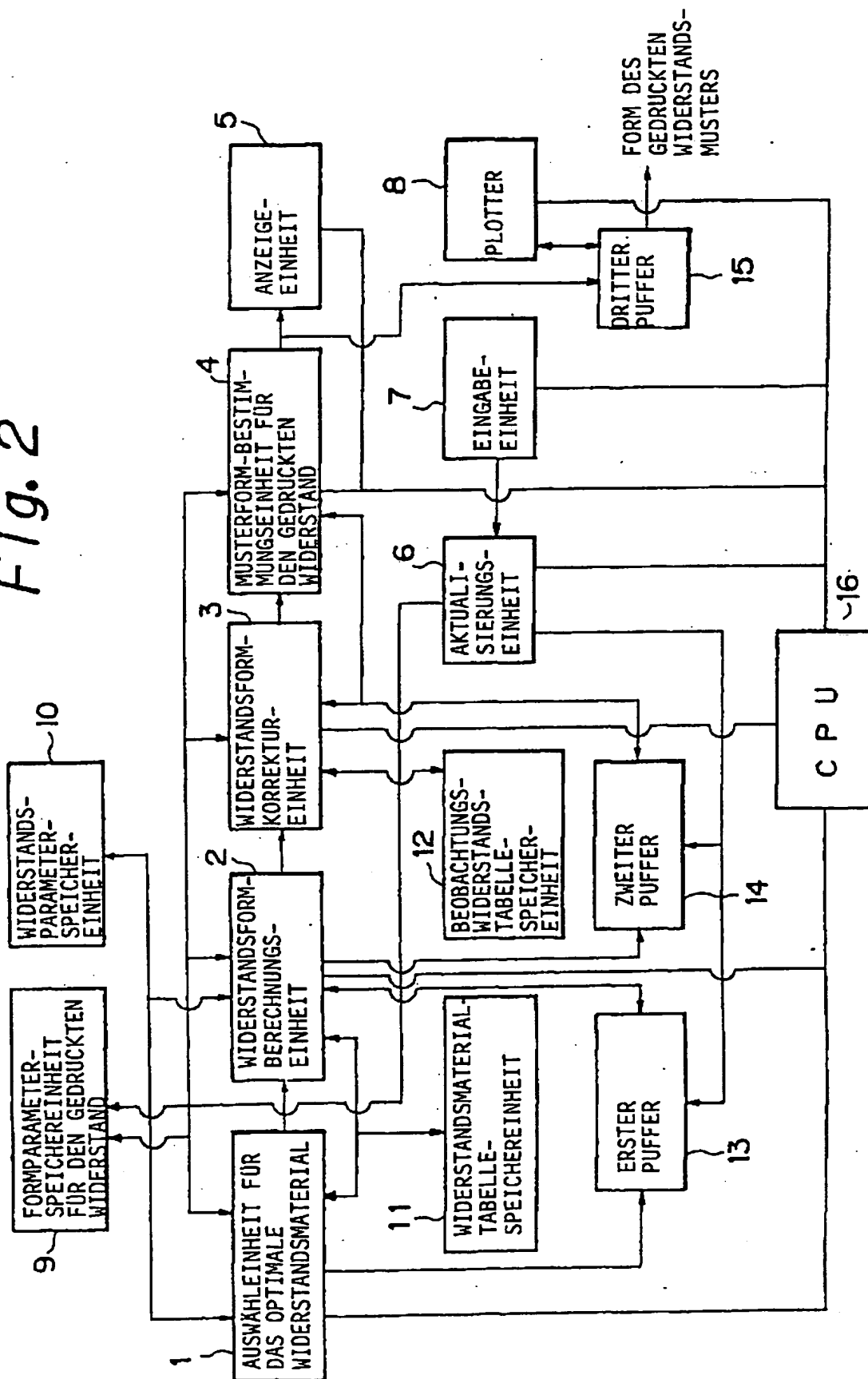


Fig. 3

WIDERSTANDS- MATERIAL- NAME	FLÄCHEN- WIDERSTAND	WERT DER ZULÄSSIGEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG
A	$R_{s_a}$	$R_{p_a}$
B	$R_{s_b}$	$R_{p_b}$
N	$R_{s_n}$	$R_{p_n}$

Fig. 4

WIDERSTANDSMATERIAL- NAME N	NENN-FLÄCHEN- WIDERSTAND $R_{sn}$	WERT DER ZULÄSSIGEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG $P_{pn}$
MESSDATEN- NUMMER m	EFFEKTIVE WIDERSTANDSBREITE $W_m$	ELEKTRODENMATERIAL- NAME X
EFFEKTIVE WIDERSTANDSLÄNGE	BEOBACHTUNGS- FLÄCHENWIDERSTAND	
$L_1$	$R_{s1}$	
$L_2$	$R_{s2}$	
$L_n$	$R_{sn}$	
$L_m$	$R_{sm}$	

Fig. 5

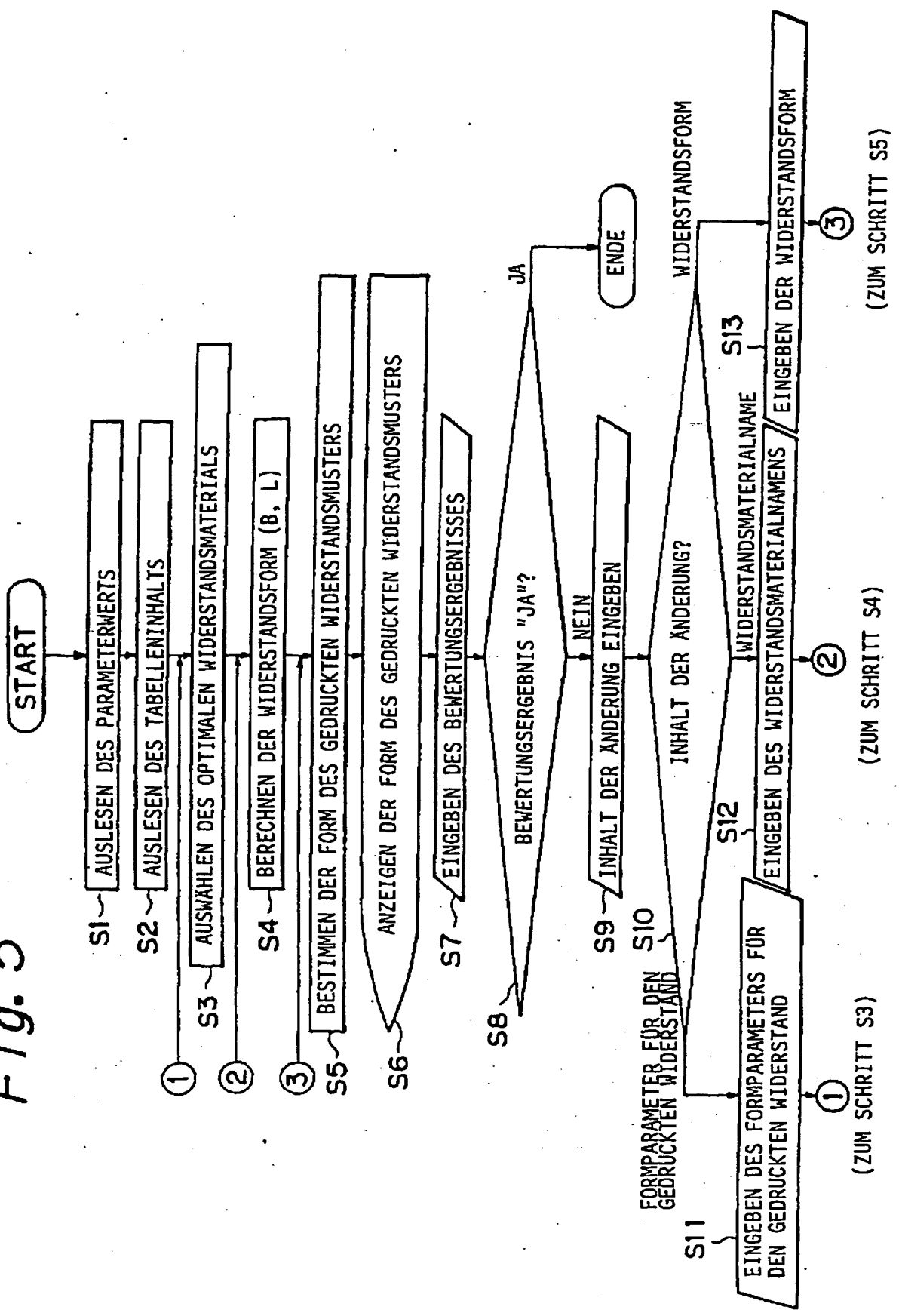
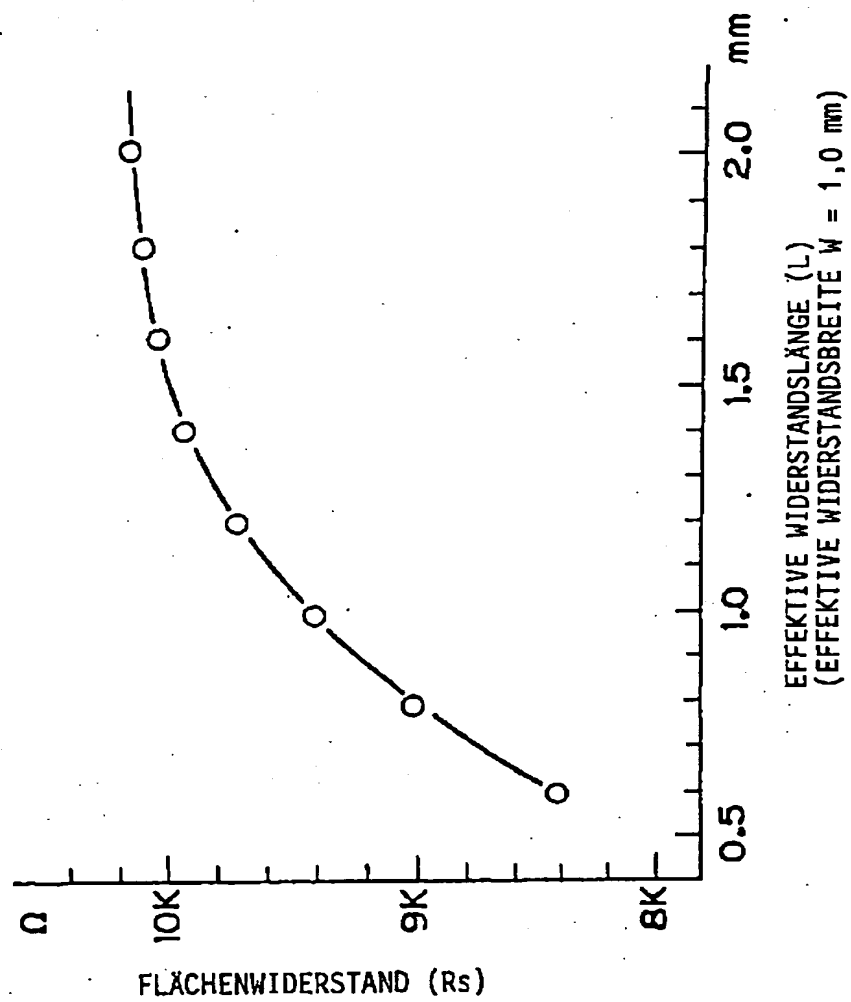


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**